

## Bases de Données

**Optimisation d'une base de données relationnelle (et relationnelle-objet)**

Avertissement : les choix que vous effectuerez ne remettront en cause ni l'analyse (on ne modifiera pas les spécifications implicites dont on a déduit le premier schéma relationnel donné dans le sujet) ni la conception (malgré les changements effectués, le schéma entités-associations sous-jacent au schéma relationnel initial doit rester valable) ; il s'agit uniquement de choix logiques ou physiques (et donc ni conceptuels, ni organisationnels) permettant d'optimiser le temps ou l'espace. Toutefois, il semble utile (à des fins pédagogiques) de reporter de temps à autres les modifications sur le schéma entités-associations afin de mieux comprendre les choix effectués.

N. B. : on utilise le jeu de caractères codés ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*).

**1. Synchronie**

On considère le schéma relationnel suivant (dans le cadre d'une application gérant certaines données du « The Shift data portal »

<https://www.theshiftdataportal.org/>) :

```
Country ( Id_Country , Code_Country , Name_Country ) de clé Id_Country
Country_Data ( Id_Country , Year , Population , GrossDomesticProduction ,
               CarbonFootprintCO2 ) de clé ( Id_Country , Year )
Country_Data.Id_Country référence Country.Id_Country
Unicité de Code_Country
Unicité de Name_Country
```

On s'interroge sur l'utilité d'ajouter ou non au schéma relationnel :

```
Year ( Year ) de clé Year
Country_Data.Year référence Year.Year
```

Indiquez les avantages et les inconvénients de tel ou tel schéma relationnel (c.-à-d. avec ou sans la relation Year).

**2. Élimination de répétitions**

On considère le schéma relationnel suivant :

```
Personnel ( NuméroEmployé , Nom , Prénom , DateEmbauche , IntituléFonction ) de clé
          NuméroEmployé
```

Il y a 1000 employés, 25 fonctions différentes (l'intitulé d'une fonction occupe en moyenne 20 caractères) équi-distribuées entre les employés (c'est-à-dire que  $40 = 1000/25$  employés occupent la même fonction).

Un numéro (tel que le numéro de chaque employé) est un entier codé sur 4 octets.

Proposez un autre schéma relationnel.

Comparez l'occupation (toute théorique) du disque (en nombre d'octets) requis pour chacun des deux schémas relationnels.

Indiquez les avantages et les inconvénients du nouveau schéma relationnel.

**3. Choix d'une clé**

On considère le schéma relationnel suivant :

```
Personnes ( Nom , Prénom , DateNaissance , Adresse , Téléphone ) de clé ( Nom , Prénom ,
                               DateNaissance )
Voitures ( NuméroImmatriculation , Marque , Couleur , Nom , Prénom , DateNaissance )
de clé NuméroImmatriculation
( Voitures.Nom , Voitures.Prénom , Voitures.DateNaissance ) référence ( Personnes.Nom ,
                               Personnes.Prénom , Personnes.DateNaissance )
```

Proposez un autre schéma relationnel.

Indiquez les avantages et les inconvénients du nouveau schéma relationnel.

**4. Contrainte d'intégrité référentielle basée sur plusieurs attributs**

On considère le schéma relationnel suivant :

```
R ( a , b , c ) de clé ( a , b )
S ( d , e , a , b ) de clé d
( S.a , S.b ) référence ( R.a , R.b )
```

Certains SGBDR sont capables de gérer une contrainte d'intégrité référentielle basée sur plusieurs attributs (Oracle par exemple) mais pas tous ; aussi, proposez un autre schéma relationnel.

## 5. Exploitation des contraintes d'intégrité (1/3)

On considère le schéma relationnel (avec ses contraintes d'intégrité) suivant :

Personnes ( NuméroPersonne , Nom , Prénom ) de clé NuméroPersonne  
Adresses ( NuméroAdresse , Rue , CodePostal , Ville ) de clé NuméroAdresse  
Concerner ( NuméroPersonne , NuméroAdresse ) de clé ( NuméroPersonne , NuméroAdresse )  
Concerner.NuméroPersonne référence Personnes.NuméroPersonne  
Concerner.NuméroAdresse référence Adresses.NuméroAdresse  
Une même adresse peut concerner plusieurs personnes.  
Toute personne a exactement deux adresses (l'adresse personnelle et l'adresse professionnelle, différentes l'une de l'autre).

Combien y a-t-il de lignes dans la table Concerner ?

Donnez le schéma entités-associations correspondant au schéma relationnel.

Proposez un autre schéma relationnel.

Donnez le schéma entités-associations correspondant au schéma relationnel que vous proposez.

## 6. Exploitation des contraintes d'intégrité (2/3)

On considère le schéma relationnel suivant :

Personnes ( NuméroPersonne , Nom , Prénom ) de clé NuméroPersonne  
Appartements ( NuméroAppartement , Adresse , NuméroPersonnePropriétaire ) de clé  
NuméroAppartement  
Louer ( NuméroAppartement , NuméroPersonne , DateDébutLocation ) de clé  
( NuméroAppartement , NuméroPersonne )  
Habiter ( NuméroAppartement , NuméroPersonne , DateDébutHabitation ) de clé  
( NuméroAppartement , NuméroPersonne )  
Appartements.NuméroPersonnePropriétaire référence Personnes.NuméroPersonne  
Louer.NuméroAppartement référence Appartements.NuméroAppartement  
Louer.NuméroPersonne référence Personnes.NuméroPersonne  
( Habiter.NuméroAppartement , Habiter.NuméroPersonne ) référence  
( Louer.NuméroAppartement , Louer.NuméroPersonne )  
Tous les attributs sont obligatoires.  
Les dates de début d'habitation sont postérieures ou égales aux dates de début de location correspondantes.

Donnez le schéma entités-associations correspondant au schéma relationnel.

Proposez un autre schéma relationnel.

Donnez le schéma entités-associations correspondant au schéma relationnel que vous proposez.

## 7. Exploitation des contraintes d'intégrité (3/3)

On considère le schéma relationnel suivant :

X ( a , b ) de clé a  
Y ( c , d ) de clé c  
Z ( e , f , g ) de clé e  
a référence e  
f référence c  
Unicité de f  
L'attribut f est obligatoire (de même bien évidemment que toutes les clés : a , c , e).  
Les ensembles des valeurs prises par les attributs a et e sont égaux.  
Les ensembles des valeurs prises par les attributs c et f sont égaux.

En considérant  $X = \{ (1, \alpha), (2, \beta), (3, \gamma) \}$ , complétez l'exemple en donnant des éléments pour Y et Z.

Donnez le schéma entités-associations correspondant au schéma relationnel.

Proposez un autre schéma relationnel.

## 8. Exploitation des contraintes d'intégrité et de la volumétrie (des données)

On considère le schéma relationnel suivant :

Lecteurs ( NuméroLecteur , Nom , Adresse ) de clé NuméroLecteur

Ouvrages ( NuméroOuvrage , Titre , NuméroLecteur , DatePrêt , DuréeMaxiPrêt , EtatOuvragePrêté ) de clé NuméroOuvrage

Ouvrages.NuméroLecteur référence Lecteurs.NuméroLecteur

Les attributs Lecteurs.NuméroLecteur , Nom , Adresse , Ouvrages.NuméroOuvrage , Titre sont obligatoires tandis que les attributs Ouvrages.NuméroLecteur , DatePrêt , DuréeMaxiPrêt , EtatOuvragePrêté sont facultatifs.

Les attributs Ouvrages.NuméroLecteur , DatePrêt , DuréeMaxiPrêt , EtatOuvragePrêté sont soit tous renseignés (c.-à-d. ont tous une valeur déterminée), soit aucun n'est renseigné (c.-à-d. ont tous la valeur d'indétermination).

Actuellement, seulement 5 % des ouvrages détenus par la bibliothèque sont prêtés.

Donnez le schéma entités-associations correspondant au schéma relationnel.

Proposez un autre schéma relationnel.

## 9. Exploitation de la volumétrie (des données)

On considère le schéma relationnel suivant :

Devis ( NuméroDevis , DateDevis ) de clé NuméroDevis

DevisFactures ( NuméroDevis , NuméroFacture ) de clé NuméroDevis

Factures ( NuméroFacture , DateFacture ) de clé NuméroFacture

DevisFactures.NuméroDevis référence Devis.NuméroDevis

DevisFactures.NuméroFacture référence Factures.NuméroFacture

Unicité de DevisFactures.NuméroFacture

Tous les attributs sont obligatoires.

Les devis sont stockés sur plusieurs années et 75 % des devis n'ont pas donné lieu à une facture.

Par contre, 90 % des factures avaient fait l'objet d'un devis au préalable.

Il y a 1000 factures.

Un numéro (tel que le numéro de chaque devis ou facture) est un entier codé sur 4 octets.

On suppose qu'une date est codée sur 3 octets.

Donnez le schéma entités-associations correspondant au schéma relationnel.

Écrivez les quatre requêtes permettant d'obtenir :

- les devis ayant donné lieu à une facture,
- les devis n'ayant pas donné lieu à une facture,
- les factures qui avaient fait l'objet d'un devis,
- les factures qui n'avaient pas fait l'objet d'un devis.

Calculez l'occupation du disque (en nombre d'octets) des relations (sans compter les index) de ce schéma relationnel.

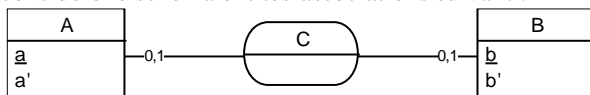
Proposez deux autres schémas relationnels.

Réécrivez, pour l'un quelconque des deux schémas relationnels que vous proposez, les quatre requêtes précédentes :

Calculez l'occupation (toute théorique) du disque (en nombre d'octets) des relations (sans compter les index) des deux schémas relationnels que vous proposez.

## 10. Choix d'un schéma relationnel pour une association 0,1:0,1

On considère le schéma entités-associations suivant :



On sait que  $x$  éléments de  $A$  sont reliés (via  $C$ ) à  $B$ , que  $y$  éléments de  $A$  ne sont pas reliés (via  $C$ ) à  $B$  et que  $z$  éléments de  $B$  ne sont pas reliés (via  $C$ ) à  $A$ .

Les clés (attributs  $a$  et  $b$ ) sont toutes codées sur 4 octets tandis que le nombre d'octets occupé par les autres attributs ( $a'$  et  $b'$ ) est quelconque.

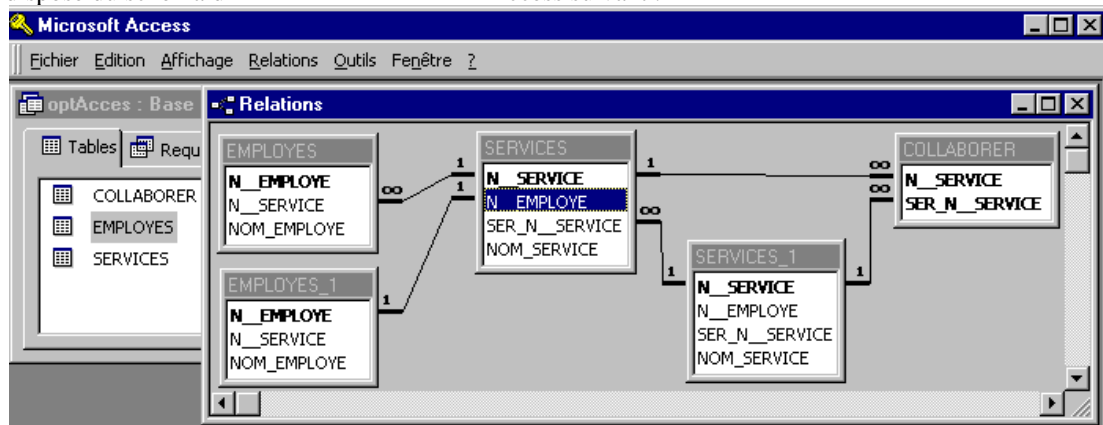
Proposez trois schémas relationnels différents permettant d'implémenter ce schéma conceptuel des données.

Calculez l'occupation du disque (en nombre d'octets) des relations (sans compter les index) des trois schémas relationnels que vous proposez.

Indiquez, selon les valeurs de  $x$ ,  $y$  et  $z$ , lequel des trois schémas relationnels choisir (selon le critère d'occupation du disque).

## 11. Schéma Access

On dispose du schéma d'une ancienne version d'Access suivant :



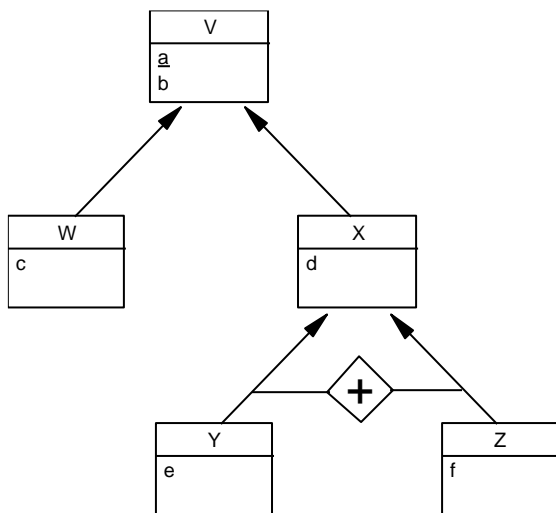
Déterminez-en le schéma relationnel.

Donnez-en le schéma entités-associations.

Écrivez en SQL la requête affichant les noms des services qui collaborent.

## 12. Implémentation de sous-types d'entités avec contraintes d'intégrité (1/2)

On considère le schéma entités-associations suivant :



Proposez un premier schéma relationnel, sans exploiter « au mieux » la contrainte de partition.

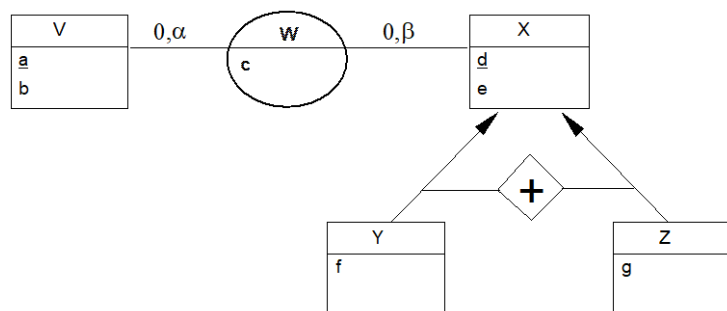
Proposez un second schéma relationnel exploitant « au mieux » la contrainte de partition.

On remplace maintenant la contrainte de partition du schéma entités-associations par une contrainte de totalité (T). Proposez un schéma relationnel exploitant « au mieux » cette contrainte de totalité.

On remplace cette fois-ci la contrainte de partition du schéma entités-associations par une contrainte d'exclusion (X). Proposez un schéma relationnel exploitant « au mieux » cette contrainte d'exclusion.

## 13. Implémentation de sous-types d'entités avec contraintes d'intégrité (2/2)

On considère le schéma entités-associations suivant :



Proposez un schéma relationnel exploitant « au mieux » la contrainte de partition pour  $(\alpha, \beta) = (n, 1)$ .

Proposez un schéma relationnel exploitant « au mieux » la contrainte de partition pour  $(\alpha, \beta) = (1, n)$ .

Proposez un schéma relationnel exploitant « au mieux » la contrainte de partition pour  $(\alpha, \beta) = (n, n)$ .

#### 14. Indéterminations à lever

On considère le schéma relationnel suivant :

Factures ( NuméroFacture , DateFacture , DateRèglement , ModeRèglement ,  
NuméroCompteRèglement , MontantAcompteRèglement , MontantSoldeRèglement ) de clé  
NuméroFacture

Si la facture a été réglée, tous les attributs sont déterminés ; sinon, aucun des attributs DateRèglement ,  
ModeRèglement , NuméroCompteRèglement , MontantSoldeRèglement n'est déterminé.

*Donnez le schéma entités-associations correspondant au schéma relationnel.*

*Proposez un autre schéma relationnel.*

*Donnez le schéma entités-associations correspondant au schéma relationnel que vous proposez.*

*Indiquez les avantages et les inconvénients du nouveau schéma relationnel.*

#### 15. Indexation

On considère le schéma relationnel suivant :

Personnes ( NuméroPersonne , Nom , Prénom , DateNaissance , PaysNaissance ) de clé  
NuméroPersonne

Les recherches se font essentiellement à partir du nom.

Une requête a montré qu'il y avait très peu d'homonymes.

Les critères de sélection utilisent principalement le nom et le pays de naissance, plus rarement la date de naissance.

Une requête effectuant un regroupement sur le pays de naissance a montré que 98,9 % des personnes gérées sont d'origine française.

Les listes sont triées systématiquement sur le nom.

*Sur quels attributs (ou groupe d'attributs) proposez vous de créer des index ?*

*Écrivez le(s) ordre(s) SQL correspondant(s).*

#### 16. Indexation : calculs du nombre d'accès disque

On dispose d'un disque dur d'une capacité de 4294967296 octets = 4 Gio.

La taille d'un bloc servant de tampon entre la mémoire principale et la mémoire auxiliaire (c.-à-d. le nombre d'octets lus en un seul accès disque) est de 1024 octets = 1 Kio.

On considère le schéma relationnel réduit à UneTable ( LaClé , LesInformationsAutresQueLaClé ) de clé  
LaClé.

La taille d'un enregistrement est de 256 octets, l'attribut LaClé en occupant 4.

Le nombre d'enregistrements est de 65536.

Un index a été créé sur la clé et est géré comme un arbre binaire de recherche (pour soucis de simplification car la plupart des SGBDR actuels utilisent des *L-U* arbres *B*). Pour chaque enregistrement, il faut donc stocker un quadruplet d'informations ( LaClé ,  
adresse disque de l'enregistrement , adresse disque de la clé de valeur inférieure dans l'index , adresse disque de la clé de valeur  
supérieure dans l'index ).

*Quelle place occupe la table sur le disque ?*

*Combien d'accès disque sont nécessaires pour exécuter la requête SELECT \* FROM UneTable ?*

*Combien d'octets faut-il pour stocker une adresse du disque dur ?*

*Quelle place occupe l'index sur le disque ?*

*Combien d'accès disque sont nécessaires pour consulter entièrement l'index ?*

*Quelle est la hauteur (en nombre de sommets, de la racine à une feuille) maximale de l'arbre binaire de recherche stockant l'index ?*

*Combien d'accès disque sont nécessaires pour rechercher dans l'index une clé dont la valeur n'existe pas ?*

*Combien d'accès disque sont nécessaires en moyenne pour rechercher dans l'index une clé dont la valeur existe ?\**

*Combien d'accès disque sont nécessaires (en moyenne, que la valeur existe ou non) pour exécuter la requête :*

SELECT \* FROM UneTable WHERE LaClé = <valeur> ?

---

\* Rappelons que la somme des  $i * 2^{i-1}$  pour  $i$  allant de 2 à  $n$  est égale à  $(n - 1) * 2^n$ .

## 17. Clustérisation

### Compléments de cours :

#### Définition :

Un *cluster* est un regroupement dans un seul bloc disque de lignes d'une ou plusieurs tables ayant des caractéristiques communes (que l'on peut voir comme une « jointure physique »).

#### Exemple :

```
-- création du cluster
CREATE CLUSTER ClusterEtudiantsVoitures ( NoINE DomaineNumero )
    SIZE 100K -- taille du bloc logique dans le cluster
    TABLESPACE TS1 -- espace de tables où va être stocké le cluster
    STORAGE ( INITIAL 1M -- taille initiale des données du curseur
        NEXT 1M -- taille à réserver en cas de dépassement
        PCTINCREASE 0 ) ; -- pourcentage d'augmentation possible de TS1
-- création de l'index du cluster
CREATE INDEX IndexClusterEtudiantsVoitures ON CLUSTER ClusterEtudiantsVoitures
    TABLESPACE TS2 -- espace de tables où va être stocké l'index du cluster
    STORAGE ( INITIAL 100K -- taille initiale des données de l'index du curseur
        NEXT 100K -- taille à réserver en cas de dépassement
        PCTINCREASE 0 ) ; -- pourcentage d'augmentation possible de TS2
-- création des tables
CREATE TABLE Etudiants ( ... ) CLUSTER ClusterEtudiantsVoitures ( NoINE ) ;
CREATE TABLE Voitures ( ... ) CLUSTER ClusterEtudiantsVoitures ( NoINE ) ;
```

On considère le schéma relationnel suivant :

```
Personnel ( NuméroEmployé , Nom , Prénom , NumFonction ) de clé NuméroEmployé
Fonctions ( NuméroFonction , LibelléFonction ) de clé NuméroFonction
Personnel.NumFonction référence Fonctions.NuméroFonction
```

La plupart des traitements demandent l'affichage de toutes les informations sur les employés (numéro d'employé, nom, prénom, libellé de la fonction exercée).

Écrivez le script de création du cluster et des tables.

## 18. Partition verticale

On considère le schéma relationnel suivant :

```
Personnel ( NuméroEmployé , Nom , Prénom , DateNaissance , Photo , NuméroINSEE ,
    DateEmbauche , SalaireAnnuelBrutActuel , SalaireAnnuelBrutLorsEmbauche ,
    DateDernièreAugmentation , PourcentageAugmentationDernièreAugmentation ,
    EstCadre? , SituationFamiliale , NombreEnfants ) de clé NuméroEmployé
Unicité de NuméroINSEE
```

La plupart des traitements consistent à éditer les numéros, noms et prénoms des employés.

Donnez le schéma entités-associations correspondant au schéma relationnel.

Proposez un autre schéma relationnel.

Donnez le schéma entités-associations correspondant au schéma relationnel que vous proposez.

Indiquez les avantages et les inconvénients du nouveau schéma relationnel.

## 19. Partition horizontale

On considère le schéma relationnel suivant :

```
Personnel ( NuméroEmployé , Nom , Prénom , DateNaissance , DateEmbauche , EstCadre? ,
    Salaire ) de clé NuméroEmployé
```

Les traitements concernent le plus fréquemment, soit exclusivement les cadres, soit exclusivement les non-cadres.

Donnez le schéma entités-associations correspondant au schéma relationnel.

Proposez un autre schéma relationnel.

Donnez le schéma entités-associations correspondant au schéma relationnel que vous proposez.

Indiquez les avantages et les inconvénients du nouveau schéma relationnel.

Écrivez la requête permettant d'obtenir la liste de tous les employés.

## 20. Implémentation originale de contraintes d'intégrité (1/3)

On considère le schéma relationnel (avec ses contraintes d'intégrité) suivant :

X ( a , b ) de clé a  
count (a) =max (a)  
a un entier strictement positif (c.-à-d. un entier naturel non nul)

*Construisez un schéma relationnel en extension (c.-à-d. en donnant des tuples) en fixant à n le nombre d'éléments de X pour  $1 \leq n \leq 4$ .  
Déduisez-en la signification de la contrainte d'intégrité « count (a) =max (a) » (et avec la contrainte de domaine sur a).*

*Illustrez le schéma relationnel suivant en trouvant des objets pour Y et pour Z.*

Y ( c , d ) de clé c  
Z ( e , f , g ) de clé ( e , f )  
e référence c  
 $\forall e, \text{count}(f) = \max(f)$

## 21. Implémentation originale de contraintes d'intégrité (2/3)

On considère le schéma relationnel (avec ses contraintes d'intégrité) suivant :

X ( a , b ) de clé a  
Y ( c , d , e ) de clé ( c , d )  
c référence a  
d référence a  
count (Y) =count (X) <sup>2</sup>

*Construisez un schéma relationnel en extension (c.-à-d. en donnant des tuples) en fixant à n le nombre d'éléments de X pour  $1 \leq n \leq 3$ .  
Déduisez-en la signification de la contrainte d'intégrité « count (Y) =count (X) <sup>2</sup> ».*

*Quelle opération sur les ensembles relie X et Y ?*

## 22. Implémentation originale de contraintes d'intégrité (3/3)

On considère le schéma relationnel (avec ses contraintes d'intégrité) suivant :

X ( a , b ) de clé a  
Y ( c , d , e ) de clé ( c , d )  
c référence a  
d référence a  
 $c < d$  et  $\text{count}(Y) = (\text{count}(X) * (\text{count}(X) - 1)) / 2$

*Construisez un schéma relationnel en extension (c.-à-d. en donnant des tuples) en fixant à n le nombre d'éléments de X pour  $1 \leq n \leq 4$ .  
Déduisez-en la signification de la contrainte d'intégrité «  $c < d$  et  $\text{count}(Y) = \text{count}(X) * (\text{count}(X) - 1) / 2$  ».*

*Illustrez ce schéma relationnel en trouvant des objets pour X et pour Y.*

## 23. Le modèle Relationnel-Objet d'Oracle (1/2)

Voici quelques extraits du chapitre 18 « Design Considerations for Oracle Objects » (partie IV « The Object-Relational Database Management System » du livre « The Application Developer's Guide – Fundamentals ») de l'aide d'Oracle.

This chapter explains the implementation and performance characteristics of Oracle's object-relational model.

You can use object types to map an object model directly to a database schema, instead of flattening the model to relational tables and columns. Objects enable you to bring related pieces of data together in a single unit, and object types allow you to store the behavior of data along with the data itself.

Consider a table that holds the identification number, name, address, and phone numbers of people within an organization.

First, to create the name\_objtyp object type, enter the following SQL statement:

```
CREATE TYPE name_objtyp AS OBJECT (  
    first      VARCHAR2(15),  
    middle     VARCHAR2(15),  
    last       VARCHAR2(15)) ;
```

Next, to create the address\_objtyp object type, enter the following SQL statement:

```
CREATE TYPE address_objtyp AS OBJECT (  
    street     VARCHAR2(200),  
    city       VARCHAR2(200),  
    state      CHAR(2),  
    zipcode    VARCHAR2(20)) ;
```

Finally, to create the phone\_objtyp object type, enter the following SQL statement:

```
CREATE TYPE phone_objtyp AS OBJECT (  
    location   VARCHAR2(15),  
    num        VARCHAR2(14)) ;
```

Because each person may have more than one phone number, create a nested table type `phone_ntabtyp` based on the `phone_objtyp` object type:

```
CREATE TYPE phone_ntabtyp AS TABLE OF phone_objtyp ;
```

Once all of these object types are in place, you can create a table to hold the information about the people in the organization with the following SQL statement:

```
CREATE TABLE people_reltab (
    id          NUMBER(4)    CONSTRAINT pk_people_reltab PRIMARY KEY,
    name_obj     name_objtyp,
    address_obj  address_objtyp,
    phones_ntab  phone_ntabtyp)
    NESTED TABLE phones_ntab STORE AS phone_store_ntab ;
```

An unnesting query on a collection allows the data to be viewed in a flat (relational) form. Nested tables (that is unordered and unbounded collections) can be unnested for queries using the `TABLE` syntax, as in the following example; to ensure that the parent rows with no children rows also are retrieved, use the outer join syntax as follows:

```
SELECT p.name_obj , n.num FROM people_reltab p , TABLE(p.phones_ntab) (+) n ;
```

You can create procedures and functions that you can then execute to perform unnesting queries.

You can create a function called `home_phones()` that returns only the phone numbers where location is 'home'. To create the `home_phones()` function, you enter code similar to the following:

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION home_phones(allphones IN phone_ntabtyp) RETURN
    phone_ntabtyp IS
    homephones phone_ntabtyp := phone_ntabtyp();
    indx1      number;
    indx2      number := 0;
BEGIN
    FOR indx1 IN 1..allphones.count LOOP
        IF
            allphones(indx1).location = 'home'
        THEN
            homephones.extend;    -- extend the local collection
            indx2 := indx2 + 1;    -- extend the local collection
            homephones(indx2) := allphones(indx1);
        END IF;
    END LOOP;
    RETURN homephones;
END;
```

Now, to query for a list of people and their home phone numbers, enter the following:

```
SELECT p.name_obj, n.num
FROM people_reltab p, TABLE(CAST(home_phones(p.phones_ntab) AS phone_ntabtyp)) n ;
```

You can perform DML operations on nested tables. Rows can be inserted into or deleted from a nested table, and existing rows can be updated, by using the appropriate SQL command against the nested table. In these operations, the nested table is identified by a `TABLE` subquery.

The following example inserts a new person into the `people_reltab` table, including phone numbers into the `phones_ntab` nested table:

```
INSERT INTO people_reltab values (
    0001,
    name_objtyp ( 'john', 'william', 'foster' ),
    address_objtyp ( '111 Maple Road', 'Fairfax', 'VA', '22033' ),
    phone_ntabtyp (
        phone_objtyp ( 'home', '650.331.1222' ),
        phone_objtyp ( 'work', '650.945.4389' ) ) ) ;
```

The following example inserts a phone number into the nested table `phones_ntab` for an existing person in the `people_reltab` table whose identification number is 0001:

```
INSERT INTO TABLE ( SELECT p.phones_ntab FROM people_reltab p WHERE p.id = 0001 )
VALUES ( 'cell', '650.331.9337' ) ;
```

To drop a particular nested table, you can set the nested table column in the parent row to `NULL`, as in the following example:

```
UPDATE people_reltab SET phones_ntab = NULL WHERE id = 0001 ;
```

Once you drop a nested table, you cannot insert values into it until you recreate it. To recreate the nested table in the `phones_ntab` nested table column object for the person whose identification number is 0001, enter the following SQL statement:

```
UPDATE people_reltab SET phones_ntab = phone_ntabtyp ( ) WHERE id = 0001 ;
```

*Donnez le schéma relationnel correspondant à la description au niveau physique de la base de données relationnelle-objet d'Oracle. Écrivez une requête affichant l'identifiant, le prénom et la localisation des numéros de téléphones pour les personnes ayant plusieurs fois la même localisation.*

*Écrivez une fonction Oracle retournant le nombre de téléphones d'une localisation donnée (passée en paramètre) parmi un ensemble de numéros de téléphones de type `phones_ntabtyp` (passé en paramètre).*



## 24. Le modèle Relationnel-Objet d'Oracle (2/2)

On considère le schéma relationnel suivant :

Commandes ( NuméroCommande , DateCommande ) de clé NuméroCommande  
LignesCommandes ( NuméroCommande , NuméroLigneCommande , NuméroArticle ,  
QuantitéCommandée , PrixUnitaireAchat ) de clé ( NuméroCommande ,  
NuméroLigneCommande )  
Articles ( NuméroArticle , LibelléArticle , QuantitéStock ) de clé NuméroArticle  
LignesCommandes.NuméroCommande référence Commandes.NuméroCommande  
LignesCommandes.NuméroArticle référence Articles.NuméroArticle

Pour toute commande, l'ensemble des numéros de ligne forme une permutation

Dans cette application, les traitements d'interrogation de la base de données les plus souvent utilisés consistent à retrouver les commandes avec leurs lignes de commandes (par exemple, l'édition des commandes du mois ou encore le montant moyen des commandes sur une année) ; à l'inverse, le traitement recherchant les commandes d'un article donné est très rarement utilisé (par exemple, les quantités commandées depuis le début de l'année d'un article).

*Donnez la description au niveau physique de la base de données relationnelle-objet d'Oracle correspondant au schéma relationnel. Comment vérifier simplement la contrainte d'intégrité « pour toute commande, l'ensemble des numéros de ligne forme une permutation » ?*

## 25. Dénormalisation par déplacement/copie d'attributs

On considère le schéma relationnel suivant :

Personnes ( NuméroPersonne , Nom , Prénom ) de clé NuméroPersonne  
Adresses ( NuméroAdresse , Rue , CodePostal , Ville , EstAdressePrincipale? ,  
NuméroPersonne ) de clé NuméroAdresse

L'ensemble des valeurs prises par l'attribut Adresses.NuméroPersonne est égal à l'ensemble des valeurs prises par l'attribut Personnes.NuméroPersonne

Pour toute valeur de Adresses.NuméroPersonne, une et une seule valeur de  
Adresses.EstAdressePrincipale? est vraie

Toute personne a une adresse principale (son lieu d'habitation) et éventuellement plusieurs autres adresses (résidence secondaire, lieu(x) de travail, etc.).

*Donnez le schéma entités-associations correspondant au schéma relationnel.*

*Proposez un autre schéma relationnel.*

*Donnez le schéma entités-associations correspondant au schéma relationnel que vous proposez.*

*Indiquez les avantages et les inconvénients du nouveau schéma relationnel.*

*Écrivez la requête permettant d'obtenir toutes les adresses de chaque personne.*

## 26. Dénormalisation par regroupement de tables

On considère le schéma relationnel suivant :

Personnel ( NuméroEmployé , Nom , Prénom , DateNaissance , DateEmbauche ) de clé  
NuméroEmployé  
Informaticiens ( NuméroInformaticien , NombreLangagesConnus , NombreMéthodesConnues ,  
NuméroEmployé ) de clé NuméroInformaticien  
Informaticiens.NuméroEmployé référence Personnel.NuméroEmployé  
Unicité de Informaticiens.NuméroEmployé

Les attributs NombreLangagesConnus et NombreMéthodesConnues doivent être tous deux déterminés

Les clés primaires sont des numéros inconnus des utilisateurs.

*Donnez le schéma entités-associations correspondant au schéma relationnel.*

*Proposez un autre schéma relationnel.*

*Donnez le schéma entités-associations correspondant au schéma relationnel que vous proposez.*

*Indiquez les avantages et les inconvénients du nouveau schéma relationnel.*

## 27. Dénormalisation par ajout d'attributs calculables

On considère le schéma relationnel suivant :

Factures ( NuméroFacture , DateFacture ) de clé NuméroFacture  
Réparations ( NuméroRéparation , LibelléRéparation , TauxHoraireHT , TauxTVA ) de clé  
NuméroRéparation  
Mécaniciens ( NuméroMécanicien , NomMécanicien ) de clé NuméroMécanicien  
Interventions ( NuméroFacture , NuméroRéparation , NuméroMécanicien ,  
DuréeHoraireIntervention ) de clé ( NuméroFacture , NuméroRéparation ,  
NuméroMécanicien )  
Interventions.NuméroFacture référence Factures.NuméroFacture  
Interventions.NuméroRéparation référence Réparations.NuméroRéparation  
Interventions.NuméroMécanicien référence Mécaniciens.NuméroMécanicien

De nombreux traitements nécessitent le calcul du montant TTC de la facture.

*Donnez le schéma entités-associations correspondant au schéma relationnel.*

*Écrivez une vue affichant le montant de la réparation pour chaque facture et chaque réparation (tous mécaniciens confondus).*

*Écrivez une requête affichant le montant TTC de chaque facture.*

*Proposez un autre schéma relationnel.*

*Re-écrivez la requête affichant le montant TTC de chaque facture.*

*Indiquez les avantages et les inconvénients du nouveau schéma relationnel.*

## 28. Dénormalisation par ajout d'attributs limitant le nombre de jointures

On considère le schéma relationnel suivant :

Factures ( NuméroFacture , DateFacture , PaiementEffectué? , NuméroSéjour ) de clé  
NuméroFacture  
Séjours ( NuméroSéjour , Kilométrage , NuméroVoiture ) de clé NuméroSéjour  
Voitures ( NuméroVoiture , Marque , NuméroPropriétaire ) de clé NuméroVoiture  
Propriétaires ( NuméroPropriétaire , Nom , Prénom , Adresse ) de clé NuméroPropriétaire  
Unicité de Factures.NuméroSéjour  
Factures.NuméroSéjour référence Séjours.NuméroSéjour  
Séjours.NuméroVoiture référence Voitures.NuméroVoiture  
Voitures.NuméroPropriétaire référence Propriétaires.NuméroPropriétaire

Il faut très régulièrement envoyer une lettre de rappel aux propriétaires qui ont des factures non réglées.

*Donnez le schéma entités-associations correspondant au schéma relationnel.*

*Écrivez une requête affichant les coordonnées des propriétaires qui ont des factures non réglées.*

*Proposez un autre schéma relationnel.*

*Donnez le schéma entités-associations correspondant au schéma relationnel que vous proposez.*

*Re-écrivez la requête affichant les coordonnées des propriétaires qui ont des factures non réglées.*

*Indiquez les avantages et les inconvénients du nouveau schéma relationnel.*